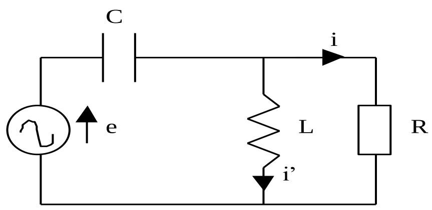
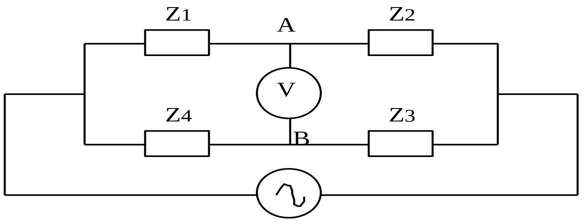
TD E1 : STABILITE DES SYSTEMES LINEAIRES

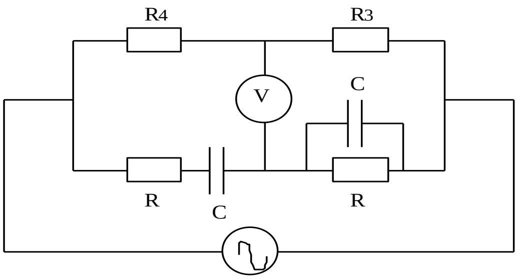
Exercice 1 : Régime sinusoïdal forcé
Pour quelle valeur de la pulsation ω l'intensité dans R est-elle indépendante de R ?



Exercice 2 : Condition d'équilibre d'un pont d'impédances
1) On dit que le pont est équilibré quand $u_{AB} = 0$. Trouver la condition sur les impédances pour équilibrer le pont.



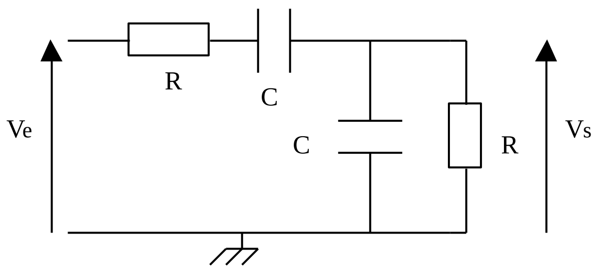
2) Trouver les conditions d'équilibres du pont.



Exercice 3 : Etude d'un filtre passe-bande

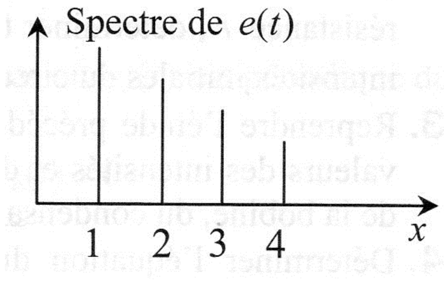
On réalise le circuit ci-dessous avec R = 50 kΩ et C = 3,2 nF.

1) Quel est le comportement en HF et en BF du circuit. Quelle est la nature du filtre ?
2) Déterminer la fonction de transfert du montage. Vérifier les comportements asymptotiques obtenus à la question précédente. Donner la valeur du facteur de qualité et de la fréquence de résonance.
3) A partir de la fonction de transfert, donner l'équation différentielle vérifiée par la tension V_S.
4) Le système est-il stable ?
5) Déterminer les fréquences de coupure de ce filtre.
6) Tracer le diagramme de Bode asymptotique.
7) Caractériser les signaux de sortie quand on applique successivement à l'entrée du circuit une sinusoïde et un créneau de fréquence 1000 Hz.

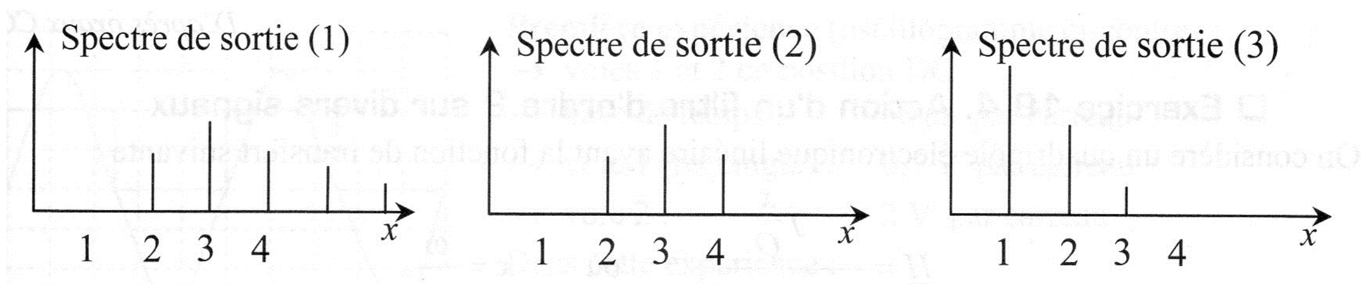


Exercice 4 : Linéarité et caractéristique d'un filtre (d'après oraux banque PT)

On envoie en entrée de différents filtres le signal e(t) dont le spectre de fréquence est représenté ci-contre. On note $x = \frac{f}{f_0}$ avec f_0 = 1 kHz. On obtient en sortie des filtres (1), (2) et (3) un signal s(t) dont les spectres de fréquence sont donnés ci-dessous.

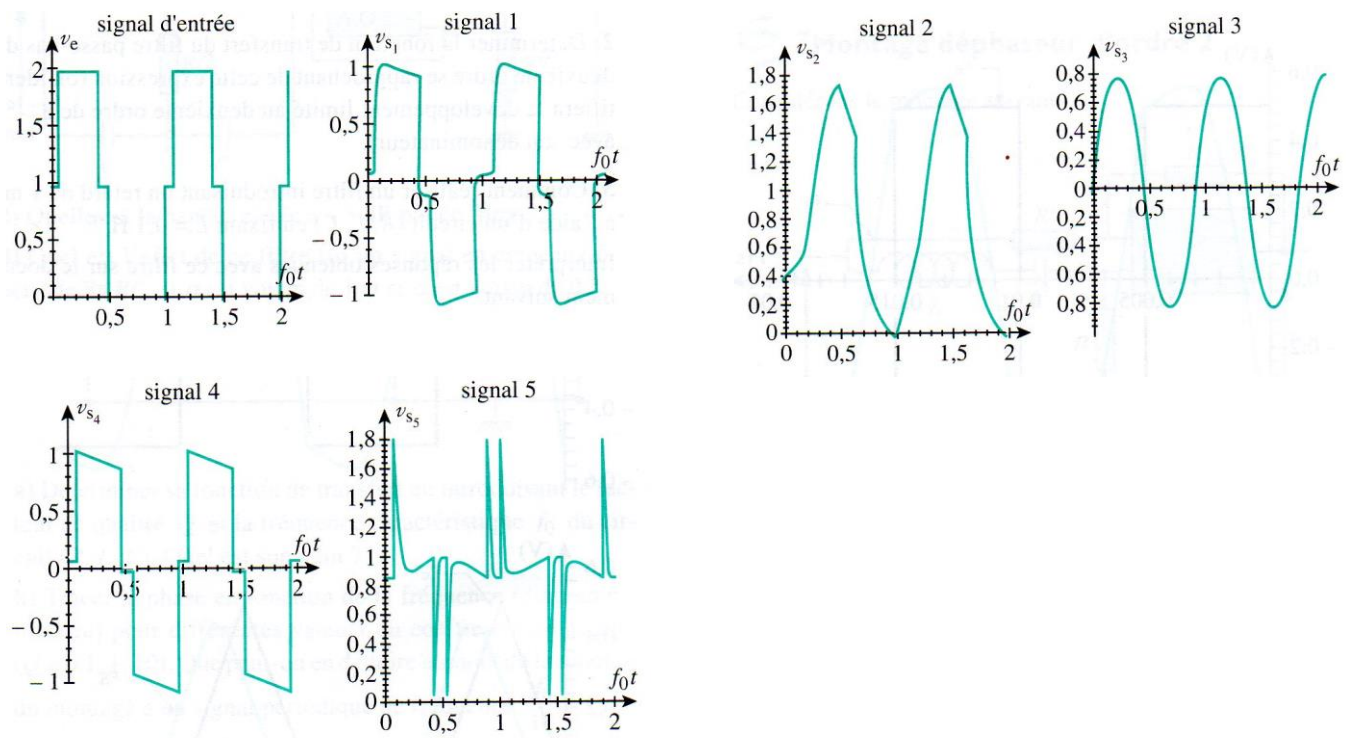


1) Quel est (ou quels sont) le(s) filtre(s) non linéaire(s) ?
2) Caractériser les filtres linéaires, et donner un ordre de grandeur de leurs fréquences de coupure.



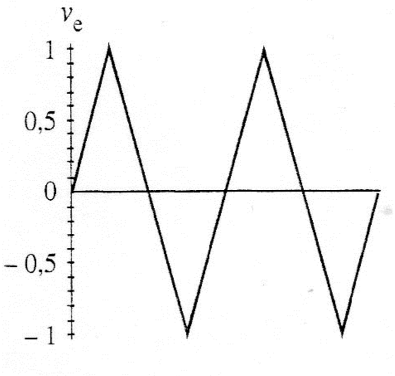
Exercice 5 : Détermination du type d'un filtre

Déterminer le type de filtre (passe-bas, passe-haut, passe-bande à bande large, passe-bande sélectif, coupe-bande) correspondant aux signaux de sortie 1, 2, 3, 4 et 5.

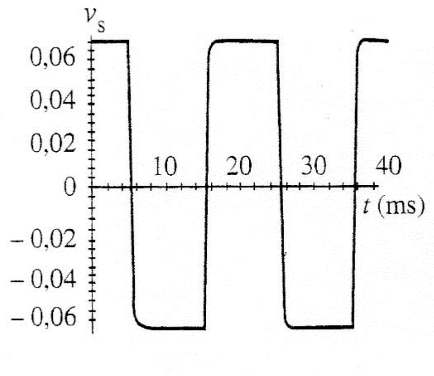


Exercice 6 : Détermination des caractéristiques d'un filtre passe-bas ou passe-haut du premier ordre

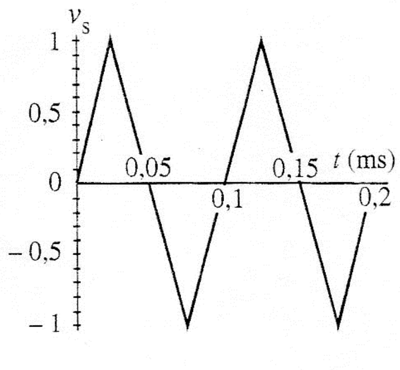
1) Les trois documents suivants donnent la réponse d'un filtre du premier ordre à un signal triangulaire d'amplitude 1 V, de fréquence 50 Hz et 10 kHz. Déterminer le type du filtre et sa fréquence caractéristique.



signal d'entrée

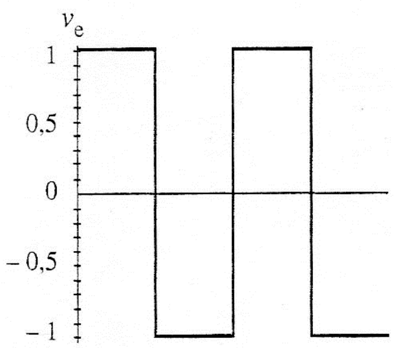


signal de sortie 50 Hz

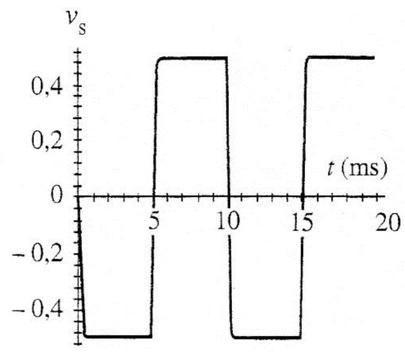


signal de sortie 10 kHz

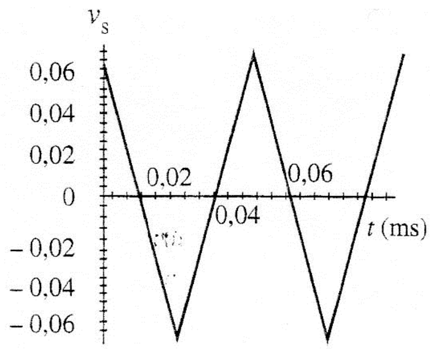
2) Les trois documents suivants donnent la réponse d'un filtre du premier ordre à un signal créneau d'amplitude 1 V, de fréquence 100 Hz et 20 kHz. Déterminer le type du filtre et sa fréquence caractéristique.



signal d'entrée



signal de sortie 100 Hz



signal de sortie 20 kHz

Exercice 7 : Détermination des caractéristiques d'un filtre passe-bande (d'après CCP)

On s'intéresse à un filtre passe-bande du second ordre de fonction de transfert :

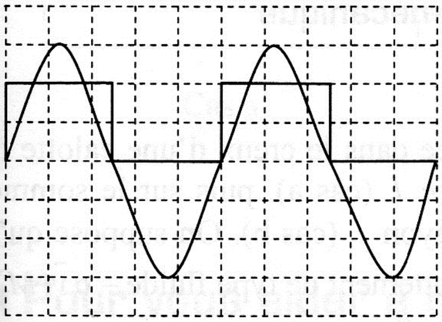
$$\underline{H} = \frac{\underline{v_S}}{\underline{v_e}} = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}.$$

On se propose de déterminer les caractéristiques H_0, Q et ω_0 du filtre à partir des oscillogrammes obtenus en régime périodique pour une tension d'entrée v_e rectangulaire pour deux valeurs de fréquences.

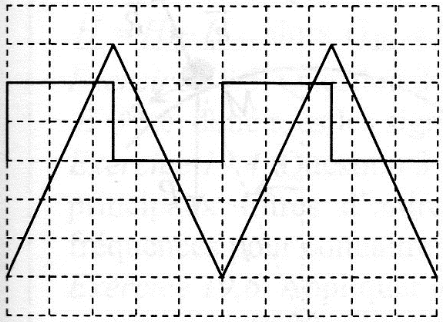
On donne la décomposition en série de Fourier de $v_e(t)$ dans le cas où $v_e(t)$ est périodique de période T avec :

→ pour $0 < t < \dfrac{T}{2}$: $v_e(t) = V_0$ → pour $\dfrac{T}{2} < t < T$: $v_e(t) = 0$

$$v_e(t) = V_0\left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{1}{2k+1}\sin\left((2k+1)\omega_1 t\right)\right)$$



Première expérience



Deuxième expérience

Première expérience (oscillogramme ci-contre) :

→ voies 1 et 2 en position DC

→ base de temps : 50 µs par carreau

→ voie 1 (rectangle) : 0,5 V par carreau

→ voie 2 : 2 V par carreau

Dans cette expérience :

→ la tension v_s obtenue est quasi-sinusoïdale ;

→ si on augmente la fréquence de v_e par rapport à la valeur correspondant à cet oscillogramme, on constate que l'amplitude de v_s diminue ;

→ si, par rapport à cette même fréquence, on diminue légèrement la fréquence de v_e, on constate que l'amplitude de v_s diminue également.

Deuxième expérience (oscillogramme ci-contre) :

→ voies 1 et 2 en position DC

→ base de temps : 5 µs par carreau

→ voie 1 (rectangle) : 2 V par carreau

→ voie 2 : 0,2 V par carreau

1) Pourquoi, dans chaque expérience, la tension de sortie v_s ne comporte-t-elle pas de composante continue contrairement à la tension d'entrée v_e ?

2) Première expérience : pourquoi peut-on obtenir une tension de sortie v_s quasi sinusoïdale alors que la tension d'entrée est rectangulaire ?

3) Déduire de l'oscillogramme de la première expérience et du commentaire qui l'accompagne la pulsation ω_0 ainsi que la valeur de H_0.

4) Dans la deuxième expérience, v_s est triangulaire alors que v_e est rectangulaire. Le filtre a un comportement intégrateur.

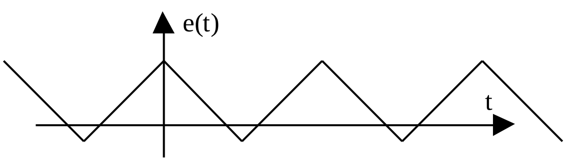
a) Donner l'expression approchée de $\underline{H}$ dans le domaine de fréquence correspondant à la deuxième expérience.

b) En utilisant l'oscillogramme de la deuxième expérience, déterminer, en justifiant précisément la méthode utilisée, le rapport $\frac{H_0\ \omega_0}{Q}$ (on se souviendra – voir question 1 – que la composante continue de v_e n'est pas intégrée). En déduire la valeur de Q.

Exercice 8 : Action d'un filtre sur un spectre

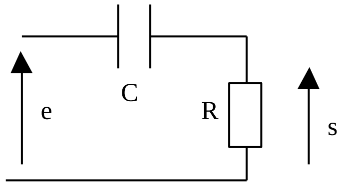
La décomposition d'un signal triangulaire e(t) en série de Fourier est de la forme :

$$e(t) = e_{moyen} + E\left(\cos(\omega t) + \frac{\cos(3\omega t)}{3^2} + \dots + \frac{\cos(2p+1)\omega t}{(2p+1)^2} + \dots\right).$$



On met e(t) à l'entrée d'un filtre, on note s(t) le signal en sortie. Représenter le spectre de e(t).

1) On envoie ce signal sur le filtre suivant :

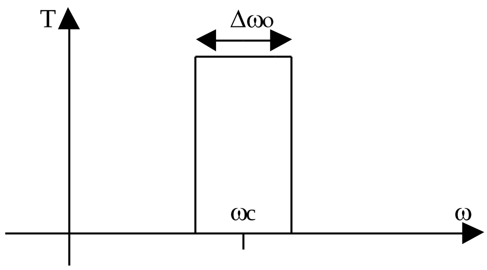


a) Qu'observe-t-on en sortie si $\omega << \dfrac{1}{R\,C}$?

b) Qu'observe-t-on en sortie si $\omega >> \dfrac{1}{R\,C}$?

c) Qu'observe-t-on si $\omega = \dfrac{1}{2\,R\,C}$? On calculera l'amplitude des premiers harmoniques du signal de sortie et on tracera l'allure du spectre de fréquence du signal de sortie.

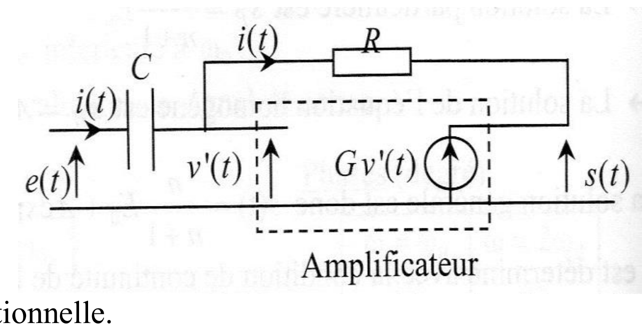
2) On considère maintenant un filtre passe-bande dont le module de la fonction de transfert a l'allure suivante :



Etudier en fonction de ω_c et en supposant que $\Delta\omega_0 << \omega$ (ω : pulsation fondamentale) l'influence d'un tel filtre sur le spectre de s(t).

Exercice 9 : Stabilité d'un système linéaire

On considère le montage ci-contre, constitué d'une résistance R, d'un condensateur de capacité C et d'un amplificateur (en pointillés sur le schéma) d'impédance d'entrée infinie, de gain G constant, et d'impédance de sortie nulle.



1) Etablir l'expression de la fonction de transfert opérationnelle.
2) En déduire l'équation différentielle régissant le système.
3) Le système est-il stable ?